

DE19825804

Publication Title:

Benzo(b)thiepine-1,1-dioxide derivatives, a method for the production thereof, medicaments containing these compounds, and their use

Abstract:

The invention relates to substituted benzo(b)thiepine-1,1-dioxide derivatives and to the acid addition salts thereof. The invention relates to compounds of formula (I), wherein R1, R2, R3, R4, R5 and Z have the cited descriptions, to the physiologically compatible salts, to physiologically functional derivatives, and to a method for the production thereof. The compounds are suited, for example, as hypolipidemic agents

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 25 804 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 198 25 804.6
㉔ Anmeldetag: 10. 6. 98
㉕ Offenlegungstag: 16. 12. 99

㉖ Int. Cl.⁶:
C 07 D 337/08
C 07 H 15/26
C 07 H 17/00
A 61 K 31/38

DE 198 25 804 A 1

㉗ Anmelder:
Hoechst Marion Roussel Deutschland GmbH, 65929
Frankfurt, DE

㉘ Erfinder:
Frick, Wendelin, Dr., 65510 Hünstetten, DE; Enhsen,
Alfons, Dr., 64572 Büttelborn, DE; Glombik, Heiner,
Dr., 65719 Hofheim, DE; Heuer, Hubert, Dr., 55270
Schwabenheim, DE

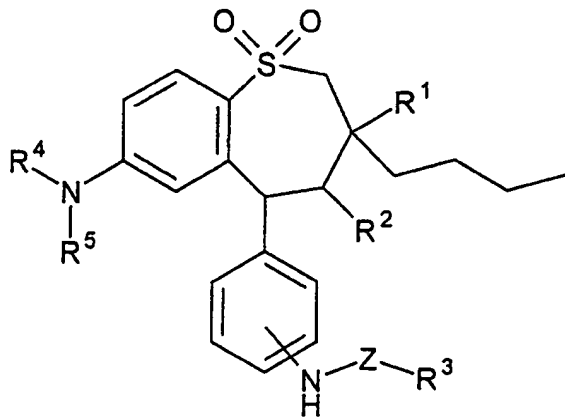
㉙ Entgegenhaltungen:
WO 96 08 484 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉚ 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate, Verfahren zu deren Herstellung, diese Verbindungen enthaltende Arzneimittel und deren Verwendung

㉛ Die Erfindung betrifft substituierte 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate und deren Säureadditionssalze. Es werden 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate der Formel I,



I

worin R¹, R², R³, R⁴, R⁵ und Z die angegebenen Bedeutungen haben, sowie deren physiologisch verträgliche Salze und physiologisch funktionelle Derivate sowie Verfahren zu deren Herstellung beschrieben. Die Verbindungen eignen sich z. B. als Hypolipidämika.

DE 198 25 804 A 1

Die Erfindung betrifft substituierte 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate, deren physiologisch verträgliche Salze und physiologisch funktionelle Derivate.

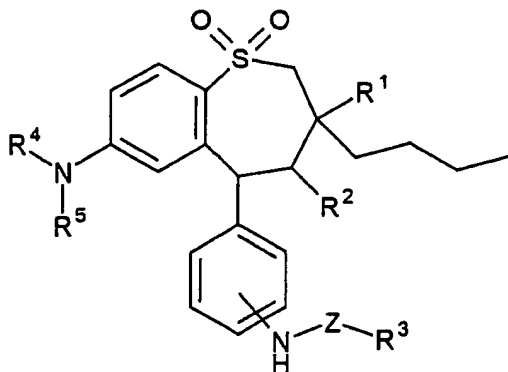
Es sind bereits 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate sowie deren Verwendung zur Behandlung von Hyperlipidämie sowie Arteriosklerose und Hypercholesterinämie beschrieben worden [vgl. PCT Anmeldung Nr. PCT/US97/04076, Veröffentlichungs-Nr. WO 97/33882].

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, weitere Verbindungen zur Verfügung zu stellen, die eine therapeutisch verwertbare hypolipidämische Wirkung entfalten.

Insbesondere bestand die Aufgabe darin, neue Verbindungen zu finden, die gegenüber den im Stand der Technik beschriebenen Verbindungen, bereits bei einer niedrigeren Dosierung eine höhere fäkale Gallensäureausscheidung bewirken.

Eine Dosierungsreduzierung des ED₂₀₀ Wertes um mindestens den Faktor 5 gegenüber den im Stand der Technik beschriebenen Verbindungen war besonders wünschenswert.

Die Erfindung betrifft daher 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate der Formel I,



worin bedeuten

R¹ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

R² H, OH, NH₂, NH-(C₁-C₆)-Alkyl;

R³ Zuckerrest, Dizuckerrest, Trizuckerrest, Tetrazuckerrest, wobei der Zuckerrest, Dizuckerrest, Trizuckerrest oder Tetrazuckerrest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Zucker-Schutzgruppe;

Aminosäurerest, Diaminosäurerest, Triamminosäurerest, Tetraamminosäurerest, wobei der Aminosäurerest, Diaminosäurerest, Triamminosäurerest oder Tetraamminosäurerest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Aminosäure-Schutzgruppe;

R⁴ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

R⁵ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

Z -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-, -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-NH-, -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-O-, -(C=O)_n-C₁-C₁₆-Alkyl-(C=O)_m, eine kovalente Bindung;

n 0 oder 1;

m 0 oder 1;

sowie deren pharmazeutisch verträglichen Salze und physiologisch funktionelle Derivate.

Bevorzugt sind Verbindungen der Formel I, in denen ein oder mehrere Rest(e) die folgende Bedeutung hat bzw. haben:

R¹ Ethyl, Propyl, Butyl;

R² H, OH, NH₂, NH-(C₁-C₆)-Alkyl;

R³ Zuckerrest, Dizuckerrest, wobei der Zuckerrest oder Dizuckerrest, gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Zucker-Schutzgruppe;

Aminosäurerest, Diaminosäurerest, wobei der Aminosäurerest oder Diaminosäurerest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Aminosäure-Schutzgruppe;

R⁴ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

R⁵ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

Z -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-, -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-NH-, -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-O-, -(C=O)_n-C₁-C₁₆-Alkyl-(C=O)_m, eine kovalente Bindung;

n 0 oder 1;

m 0 oder 1;

sowie deren pharmazeutisch verträglichen Salze.

Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel I, in denen ein oder mehrere Rest(e) die folgende Bedeutung hat bzw. haben:

R¹ Ethyl;

R² OH;

R³ Zuckerrest, wobei der Zuckerrest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Zucker-Schutzgruppe;

Diaminosäurerest, wobei der Diaminosäurerest, gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Aminosäure-Schutzgruppe;

R⁴ Methyl;

R⁵ Methyl;

Z -(C=O)-C₀-C₄-Alkyl, eine kovalente Bindung;
sowie deren pharmazeutisch verträglichen Salze.

Pharmazeutisch verträgliche Salze sind aufgrund ihrer höheren Wasserlöslichkeit gegenüber den Ausgangs- bzw. Basisverbindungen besonders geeignet für medizinische Anwendungen. Diese Salze müssen ein pharmazeutisch verträgliches Anion oder Kation aufweisen. Geeignete pharmazeutisch verträgliche Säureadditionssalze der erfindungsgemäßen Verbindungen sind Salze anorganischer Säuren, wie Salzsäure, Bromwasserstoff-, Phosphor-, Metaphosphor-Salpeter-, Sulfon- und Schwefelsäure sowie organischer Säuren, wie z. B. Essigsäure, Benzolsulfon-, Benzoc-, Zitronen-, Ethansulfon-, Fumar-, Glucon-, Glykol-, Isothion-, Milch-, Lactobion-, Malein-, Apfel-, Methansulfon-, Bernstein-, p-Toluolsulfon-, Wein- und Trifluoressigsäure. Für medizinische Zwecke wird in besonders bevorzugter Weise das Chlorsalz verwendet. Geeignete pharmazeutisch verträgliche basische Salze sind Ammoniumsalze, Alkalimetallsalze (wie Natrium- und Kaliumsalze) und Erdalkalisalze (wie Magnesium- und Calciumsalze).

Salze mit einem nicht pharmazeutisch verträglichen Anion gehören ebenfalls in den Rahmen der Erfindung als nützliche Zwischenprodukte für die Herstellung und Reinigung pharmazeutisch verträglicher Salze und/oder für die Verwendung in nicht-therapeutischen, zum Beispiel in-vitro-Anwendungen.

Der hier verwendete Begriff "physiologisch funktionelles Derivat" bezeichnet jedes physiologisch verträgliche Derivat einer erfindungsgemäßen Verbindung, z. B. ein Ester, das bei Verabreichung an einen Säuger, wie z. B. den Menschen, in der Lage ist, (direkt oder indirekt) eine solche Verbindung oder einen aktiven Metaboliten hiervon zu bilden.

Ein weiterer Aspekt dieser Erfindung sind Prodrugs der erfindungsgemäßen Verbindungen. Solche Prodrugs können in vivo zu einer erfindungsgemäßen Verbindung metabolisiert werden. Diese Prodrugs können selbst wirksam sein oder nicht.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können auch in verschiedenen polymorphen Formen vorliegen, z. B. als amorphe und kristalline polymorphe Formen. Alle polymorphen Formen der erfindungsgemäßen Verbindungen gehören in den Rahmen der Erfindung und sind ein weiterer Aspekt der Erfindung.

Nachfolgend beziehen sich alle Verweise auf "Verbindung(en) gemäß Formel (I)" auf Verbindung(en) der Formel (I) wie vorstehend beschrieben, sowie ihre Salze, Solvate und physiologisch funktionellen Derivate wie hierin beschrieben.

Die Menge einer Verbindung gemäß Formel (I), die erforderlich ist, um den gewünschten biologischen Effekt zu erreichen, ist abhängig von einer Reihe von Faktoren, z. B. der gewählten spezifischen Verbindung, der beabsichtigten Verwendung, der Art der Verabreichung und dem klinischen Zustand des Patienten. Im allgemeinen liegt die Tagesdosis im Bereich von 0,1 mg bis 100 mg (typischerweise von 0,1 mg und 50 mg) pro Tag pro Kilogramm Körpergewicht, z. B. 0,1–10 mg/kg/Tag. Tabletten oder Kapseln, können beispielsweise von 0,01 bis 100 mg, typischerweise von 0,02 bis 50 mg enthalten. Im Falle pharmazeutisch verträglicher Salze beziehen sich die vorgenannten Gewichtsangaben auf das Gewicht des vom Salz abgeleiteten Benzothiazepin-Ions. Zur Prophylaxe oder Therapie der oben genannten Zustände können die Verbindungen gemäß Formel (I) selbst als Verbindung verwendet werden, vorzugsweise liegen sie jedoch mit einem verträglichen Träger in Form einer pharmazeutischen Zusammensetzung vor. Der Träger muß natürlich verträglich sein, in dem Sinne, daß er mit den anderen Bestandteilen der Zusammensetzung kompatibel ist und nicht gesundheitsschädlich für den Patienten ist. Der Träger kann ein Feststoff oder eine Flüssigkeit oder beides sein und wird vorzugsweise mit der Verbindung als Einzeldosis formuliert, beispielsweise als Tablette, die von 0,05% bis 95 Gew.-% des Wirkstoffs enthalten kann. Weitere pharmazeutisch aktive Substanzen können ebenfalls vorhanden sein, einschließlich weiterer Verbindungen gemäß Formel (I). Die erfindungsgemäßen pharmazeutischen Zusammensetzungen können nach einer der bekannten pharmazeutischen Methoden hergestellt werden, die im wesentlichen darin bestehen, daß die Bestandteile mit pharmakologisch verträglichen Träger- und/oder Hilfsstoffen gemischt werden.

Erfindungsgemäße pharmazeutische Zusammensetzungen sind solche, die für orale und perorale (z. B. sublinguale) Verabreichung geeignet sind, wenngleich die geeignetste Verabreichungsweise in jedem Einzelfall von der Art und Schwere des zu behandelnden Zustandes und von der Art der jeweils verwendeten Verbindung gemäß Formel (I) abhängig ist. Auch dragierte Formulierungen und dragierte Retardformulierungen gehören in den Rahmen der Erfindung. Bevorzugt sind säure- und magensaftresistente Formulierungen. Geeignete magensaftresistente Beschichtungen umfassen Celluloseacetatphthalat, Polyvinylacetatphthalat, Hydroxypropylmethylcellulosephthalat und anionische Polymere von Methacrylsäure und Methacrylsäuremethylester.

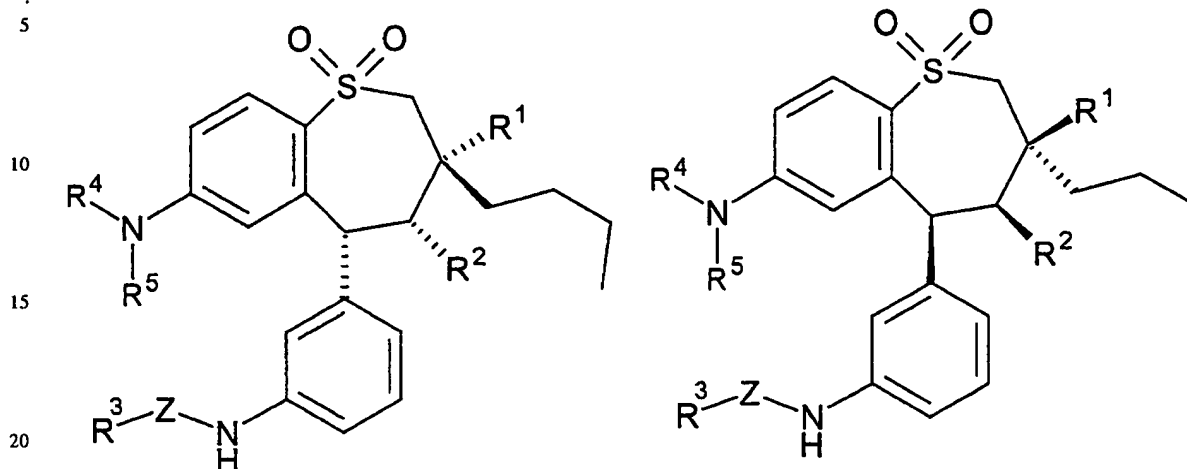
Geeignete pharmazeutische Verbindungen für die orale Verabreichung können in separaten Einheiten vorliegen, wie zum Beispiel Kapseln, Oblatenkapseln, Lutschtabletten oder Tabletten, die jeweils eine bestimmte Menge der Verbindung gemäß Formel (I) enthalten; als Pulver oder Granulate; als Lösung oder Suspension in einer wäßrigen oder nicht-wäßrigen Flüssigkeit; oder als eine Öl-in-Wasser- oder Wasser-in-Öl-Emulsion. Diese Zusammensetzungen können, wie bereits erwähnt, nach jeder geeigneten pharmazeutischen Methode zubereitet werden, die einen Schritt umfaßt, bei dem der Wirkstoff und der Träger (der aus einem oder mehreren zusätzlichen Bestandteilen bestehen kann) in Kontakt gebracht werden. Im allgemeinen werden die Zusammensetzungen durch gleichmäßiges und homogenes Vermischen des Wirkstoffs mit einem flüssigen und/oder feinverteilten festen Träger hergestellt, wonach das Produkt, falls erforderlich, geformt wird. So kann beispielsweise eine Tablette hergestellt werden, indem ein Pulver oder Granulat der Verbindung verpreßt oder geformt wird, gegebenenfalls mit einem oder mehreren zusätzlichen Bestandteilen. Geprägte Tabletten können durch Tablettieren der Verbindung in frei fließender Form, wie beispielsweise einem Pulver oder Granulat, gegebenenfalls gemischt mit einem Bindemittel, Gleitmittel, inertem Verdünner und/oder einem (mehreren) oberflächenaktiven/dispergierenden Mittel in einer geeigneten Maschine hergestellt werden. Geformte Tabletten können durch Formen der pulverförmigen, mit einem inerten flüssigen Verdünnungsmittel befeuchteten Verbindung in einer geeigneten Maschine hergestellt werden.

Pharmazeutische Zusammensetzungen, die für eine perorale (sublinguale) Verabreichung geeignet sind, umfassen Lutschtabletten, die eine Verbindung gemäß Formel (I) mit einem Geschmacksstoff enthalten, üblicherweise Saccharose und Gummi arabicum oder Tragant, und Pastillen, die die Verbindung in einer inerten Basis wie Gelatine und Glycerin oder Saccharose und Gummi arabicum umfassen.

Gegenstand der Erfindung sind weiterhin sowohl Isomeregemische der Formel I, als auch die reinen Stereoisomere

der Formel I, sowie Diastereomerengemische der Formel I, als auch die reinen Diastereomere. Die Trennung der Gemische erfolgt auf chromatographischem Weg.

Bevorzugt sind racemische als auch enantiomerenreine Verbindungen der Formel I mit folgender Struktur:



Unter Zuckerresten werden Verbindungen verstanden, die sich von Aldosen und Ketosen mit 3 bis 7 Kohlenstoffatomen ableiten, die der D- oder L-Reihe angehören können; dazu gehören auch Amino Zucker, Zuckeralkohole oder Zuckersäuren. Beispielhaft seien genannt Glucose, Mannose, Fructose, Galaktose, Ribose, Erythrose, Glycerinaldehyd, Sedoheptulose, Glucosamin, Galaktosamin, Glucuronsäure, Galakturonsäure, Gluconsäure, Galaktonsäure, Mannonsäure, Glucamin, 3-Amino-1,2-propandiol, Glucarsäure und Galaktarsäure.

Mit Dizucker sind Saccharide gemeint, die aus zwei Zuckereinheiten bestehen. Di-, Tri-, oder Tetrasaccharide entstehen durch acetalartige Bindung von 2 oder mehreren Zuckern. Die Bindungen können dabei in der α - oder β -Form auftreten. Beispielhaft seien genannt Laktose, Maltose und Cellobiose.

Wenn der Zucker substituiert ist, so erfolgt die Substitution bevorzugt am Wasserstoffatom einer OH-Gruppe des Zuckers.

Für die Hydroxygruppen der Zucker kommen im wesentlichen folgende Schutzgruppen in Frage: Benzyl-, Acetyl-, Benzoyl-, Pivaloyl-, Trityl-, tert.-Butyldimethylsilyl-, Benzyliden-, Cyclohexyliden- oder Isopropylidenschutzgruppen.

Mit dem Begriff Aminosäuren bzw. Aminosäurereste sind z. B. die stereoisomeren Formen, d. h. D- oder L-Formen, folgender Verbindungen gemeint:

Alanin
Cystein
Asparaginsäure
Glutaminsäure
Phenylalanin
Tryptophan
Tyrosin
Glycin
Histidin
Isoleucin
Lysin
Leucin
Methionin
Asparagin
Prolin
Glutamin
Arginin
Serin
Threonin
Valin
2-Aminoadipinsäure
3-Aminoadipinsäure
beta-Alanin
2-Aminobuttersäure
4-Aminobuttersäure
Piperidinsäure
6-Aminocapronsäure
2-Aminoheptansäure
2-(2-Thienyl)-glycin
Penicillamin
N-Ethylasparagin
Hydroxylysin

allo-Hydroxylysin	
3-Hydroxyprolin	
2-Aminoisobuttersäure	
3-Aminoisobuttersäure	
2-Aminopimelinsäure	5
2,4-Diaminobuttersäure	
Desmosin	
2,2-Diaminopimelinsäure	
2,3-Diaminopropionsäure	
N-Ethylglycin	10
3-(2-Thienyl)-alanin	
Sarkosin	
N-Methylisoleucin	
6-N-Methyllysin	
N-Methylvalin	15
Norvalin	
4-Hydroxyprolin	
Isodesmosin	
allo-Isoleucin	
N-Methylglycin	20
Norleucin	
Ornithin.	

Die Kurzschreibweise der Aminosäuren erfolgte nach der allgemein üblichen Schreibweise (vgl. Schröder, Lübke, The Peptides, Band I, New York 1965, Seiten XXII-XXIII; Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Band XV/1 und 2, Stuttgart 1974). Die Aminosäure pGlu steht für Pyroglutamyl, Nal für 3-(2-Naphthyl)-alanin, Azagly-NH₂ für eine Verbindung der Formel NH₂-NH-CONH₂ und D-Asp für die D-Form von Asparaginsäure. Peptide sind ihrer chemischen Natur nach Säureamide und zerfallen bei der Hydrolyse in Aminosäuren.

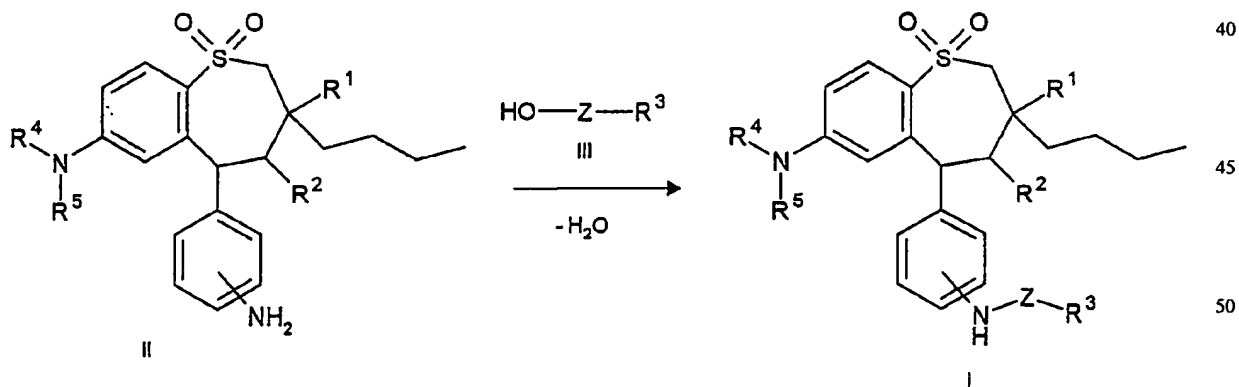
Unter Diaminosäurerest, Triamminosäurerest, Tetraamminosäurerest versteht man Peptide, die aus 2 bis 4 der oben genannten Aminosäuren aufgebaut sind.

Geeignete Schutzgruppen (siehe z. B. T.W. Greene, "Protective Groups in Organic Synthesis") für Aminosäuren sind in erster Linie:

Arg(Tos), Arg(Mts), Arg(Mtr), Arg(PMV), Asp(OBzl), Asp(OBut), Cys(4-MeBzl), Cys(Acm), Cys(SBut), Glu(Obzl), Glu(Obut), His(Tos), His(Fmoc), His(Dnp), His(Trt), Lys(Cl-Z), Lys(Boc), Met(O), Ser(Bzl), Ser(But), Thr(Bzl), Thr(But), Trp(Mts), Trp(CHO), Tyr(Br-Z), Tyr(Bzl) oder Tyr(But) eingesetzt werden.

Als Aminoschutzgruppen werden bevorzugt der durch katalytische Hydrierung abspaltbare Benzyloxycarbonyl-(Z-)Rest, der durch schwache Säuren abspaltbare 2-(3,5-Dimethyloxyphenyl)propyl(2)oxycarbonyl (Ddz-) oder Trityl-(Trt)-Rest und der durch sekundäre Amine abspaltbare 9-Fluorenylmethyloxycarbonyl-(Fmoc)-Rest herangezogen.

Die Erfindung betrifft weiterhin Verfahren zur Herstellung von 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate der Formel I:



Verfahren zur Herstellung der Verbindungen der Formel I, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Amin der Formel II, in der R¹, R², R⁴ und R⁵ die zu Formel I angegebenen Bedeutungen haben, mit einer Verbindung der Formel III, in der R³ und Z die zu Formel I angegebenen Bedeutungen haben, unter Wasserabspaltung zu einer Verbindung der Formel I umsetzt und die erhaltene Verbindung der Formel I gegebenenfalls in ein physiologisch verträgliche Salz oder ein physiologisch funktionelles Derivat überführt. Wenn es sich bei dem Rest R³ um eine Monoaminoamino- oder einen Monozuckerrest handelt, können diese Reste gegebenenfalls auch noch nach der Bindung an das Amin der Formel II stufenweise zum Dizuckerrest, Trizuckerrest, Tetrazuckerrest, oder Diaminosäurerest, Triamminosäurerest, Tetraamminosäurerest; verlängert werden.

Die Verbindungen der Formel I und deren pharmazeutisch verträgliche Salze und physiologisch funktionelle Derivate stellen ideale Arzneimittel zur Behandlung von Lipidstoffwechselstörungen, insbesondere von Hyperlipidämie dar. Die Verbindungen der Formel I eignen sich ebenfalls zur Beeinflussung des Serumcholesterinspiegels sowie zur Prävention und Behandlung arteriosklerotischer Erscheinungen. Die Verbindungen können gegebenenfalls auch in Kombination mit Statinen, wie z. B. Simvastatin, Fluvastatin, Pravastatin, Cerivastatin, Lovastatin oder Atorvastatin verabreicht werden. Folgende Befunde belegen die pharmakologische Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Verbindungen.

Die biologische Prüfung der erfindungsgemäßen Verbindungen erfolgte durch Ermittlung der ED₂₀₀ Ausscheidung. Diese Prüfung untersucht die Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindungen auf den Gallensäuretransport im Ileum und die fäkale Ausscheidung von Gallensäuren bei der Ratte nach oraler Verabreichung zweimal täglich. Es wurden die Diastereomeregemische der Verbindungen geprüft.

5 Der Test wurde wie folgt durchgeführt:

1) Zubereitung der Test- und Referenzsubstanzen

Zur Formulierung einer wässrigen Lösung diente folgende Rezeptur:

10 Die Substanzen wurden in adäquatem Volumen einer Solutol (= Polyethylenglykol 600 Hydroxystearat; BASF, Ludwigshafen, Deutschland; Chargennr. 1763) enthaltenden wässrigen Lösung gelöst, so daß eine Endkonzentration von 5% Solutol in der wässrigen Lösung vorliegt. Die Lösungen/Suspensionen wurden in einer Dosierung von 5 ml/kg per os verabreicht.

15 2) Versuchsbedingungen

Männliche Wistar Ratten (Kastengrund, Hoechst AG, Gewichtsbereich 250–350 g) wurden in Gruppen zu jeweils 6 Tieren und ab 10 Tagen vor Behandlungsbeginn (Tag 1) bei einem umgekehrten Tag/Nacht Rhythmus (4.00, 16.00 dunkel, 16.00–4.00 hell) gehalten und erhielten eine Standard Futtermischung (Altromin, Lage, Deutschland). Drei Tage vor Versuchsbeginn (Tag 0) wurden die Tiere in Gruppen mit jeweils 4 Tieren eingeteilt.

Einteilung der Tiere in Behandlungsgruppen

Nummer der Gruppe	Tiernr. / Analysennr.	Testsubstanz ¹	Dosis (mg/kg/d)
1	1-4	negative Kontrolle	Trägersubstanz
2	5-8	Testsubstanz Dosis 1	2 x 0,008
3	9-12	Testsubstanz Dosis 2	2 x 0,02
4	13-16	Testsubstanz Dosis 3	2 x 0,1
5	17-20	Testsubstanz Dosis 4	2 x 0,5

1 gelöst/suspendiert in 5% Solutol HS 15/0,4% Stärkeschleim

3) Versuchsablauf

55 Nach intravenöser oder subkutaner Verabreichung von 5 µCi ¹⁴C-Taurocholat pro Ratte (Tag 0) wurden die Träger- oder Testsubstanzen um 7.00–8.00 und um 15.00–16.00 des folgenden Tages (Tag 1) gegeben (Behandlung für einen Tag). Kotproben für die Analyse von ¹⁴C-Taurocholat wurden alle 24 Stunden direkt nach der Verabreichung der morgendlichen Dosis genommen. Die Fäzes wurden gewogen, bei –18°C gelagert und später in 100 ml Aqua demineralisata suspendiert und homogenisiert (Ultra Turrax, Janke & Kunkel, IKA-Werk). Aliquote Teile (0,5 g) wurden gewogen und auf Verbrennungshütchen (Combusto Cones, Canberra Packard) in einer Verbrennungsapparatur (Tri Carb® 307 combustor Canberra Packard GmbH, Frankfurt am Main, Deutschland) verbrannt. Das entstandene ¹⁴CO₂ wurde mit Carbo-Sorbe® (Canberra Packard) absorbiert. Die folgenden ¹⁴C Radioaktivitätsmessungen wurden nach Zugabe des Szintillators (Perma-Fluor complete scintillation cocktail Nr. 6013187, Packard) zu den Proben mit Hilfe der Flüssigszintillationszählung (LSC) bestimmt. Die fäkale Ausscheidung von ¹⁴C-Taurocholsäure wurde als kumulative und/oder prozentuale Restradioaktivität berechnet (siehe unten).

4) Beobachtungen und Messungen

Die fäkale Ausscheidung von ^{14}C -TCA wurde in verbrannten aliquoten Teilen der in 24 Stunden-Intervallen genommenen Kotproben bestimmt, als "kumulativer Prozentsatz" der verabreichten Aktivität berechnet und als % der Restaktivität (= verbleibende Aktivität, d. h. verabreichte Aktivität abzüglich der bereits ausgeschiedenen Aktivität) ausgedrückt. Für die Berechnung der Dosis-Wirkungs-Kurven wurde die Ausscheidung von ^{14}C Taurocholsäure als Prozentanteil der entsprechenden Werte der Kontrollgruppe (behandelt mit Trägersubstanz) ausgedrückt. Die ED_{200} , d. h. die Dosis, die die fäkale Ausscheidung von ^{14}C Taurocholsäure auf 200% der Kontrollgruppe steigert, wird durch Interpolation aus einer sigmoiden oder linearen Dosis-Wirkungs-Kurve berechnet. Die kalkulierte ED_{200} entspricht einer Dosis, die die fäkale Ausscheidung von Gallensäuren verdoppelt.

5) Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt Meßwerte der ED_{200} Ausscheidung.

Tabelle 1

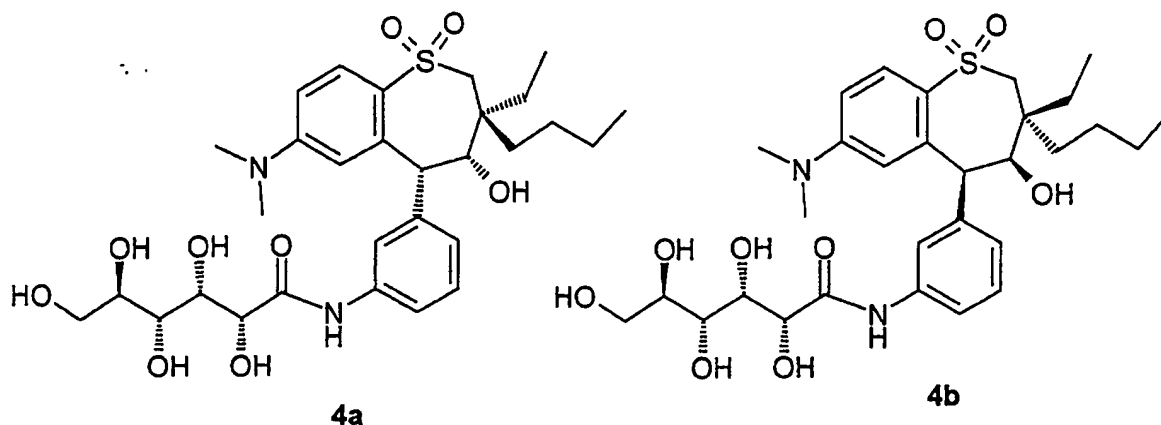
Verbindungen aus Beispiel	ED_{200} Ausscheidung (mg/kg/d) p.o.
2	0,008
3	0,04
4	0,04
Vergleichsbeispiele	
1	0,8
2	1,0
3	0,9

6) Diskussion

Aus den Meßdaten ist abzulesen, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen der Formel I gegenüber den im Stand der Technik beschriebenen Verbindungen eine um den Faktor 20 bis 100 bessere Wirkung aufweisen.

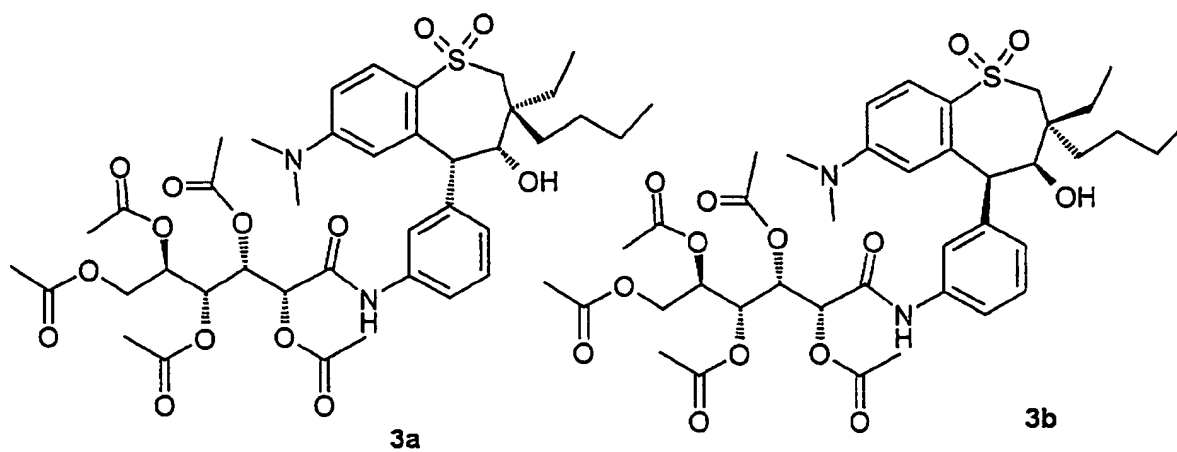
Die nachfolgenden Beispiele dienen zur näheren Erläuterung der Erfindung, ohne dieselbe auf in den Beispielen beschriebene Produkte und Ausführungsformen einzuschränken.

Beispiel 1



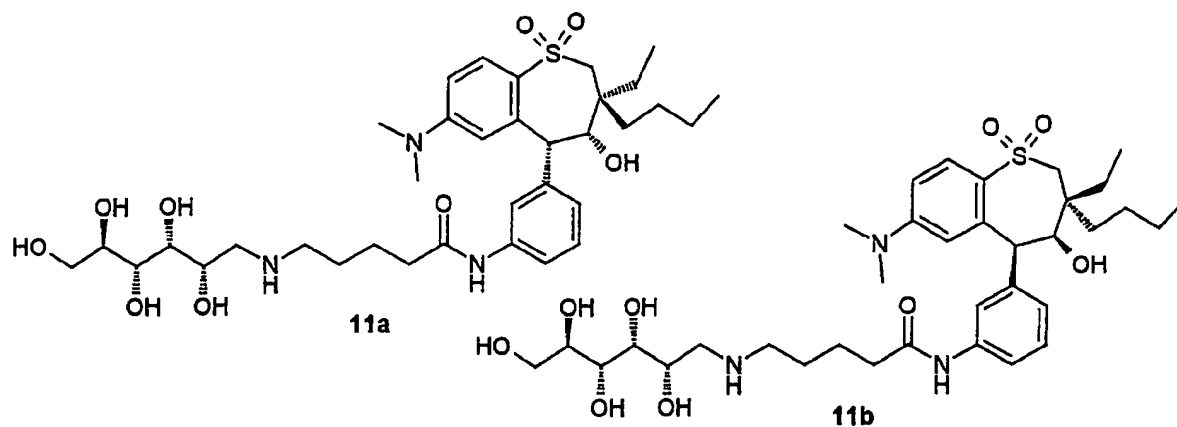
$\text{C}_{30}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{O}_9\text{S}$ (608.76). MS (M + H) $^+$ = 609.3

Beispiel 2



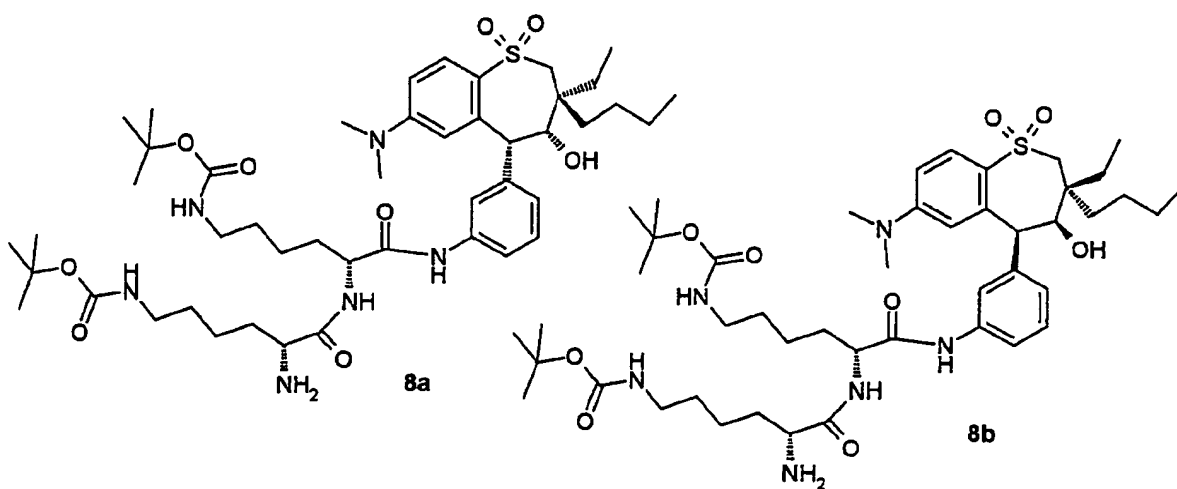
$C_{40}H_{54}N_2O_{14}S$ (818.40), MS (M + H)⁺ = 819.3

Beispiel 3



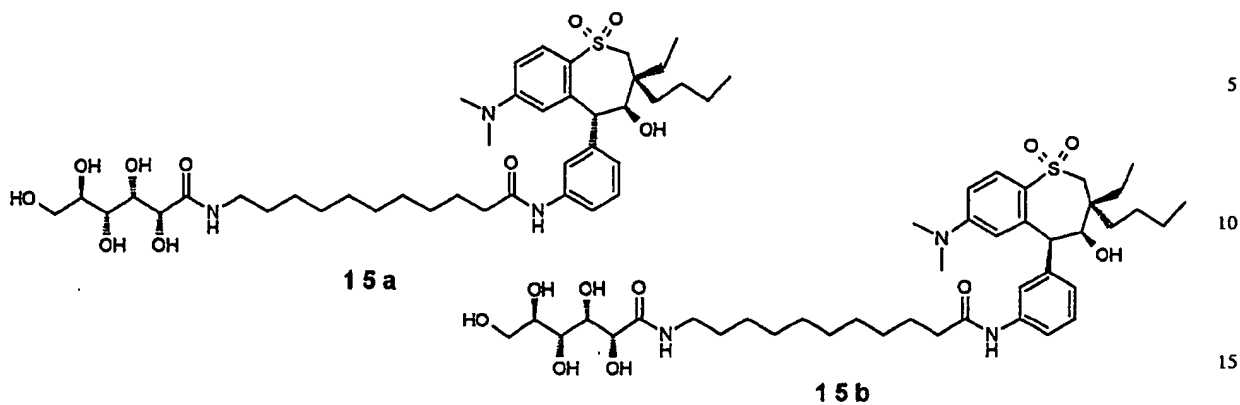
$C_{35}H_{55}NO_9S$ (693.91). MS (M + H)⁺ = 694.4

Beispiel 4



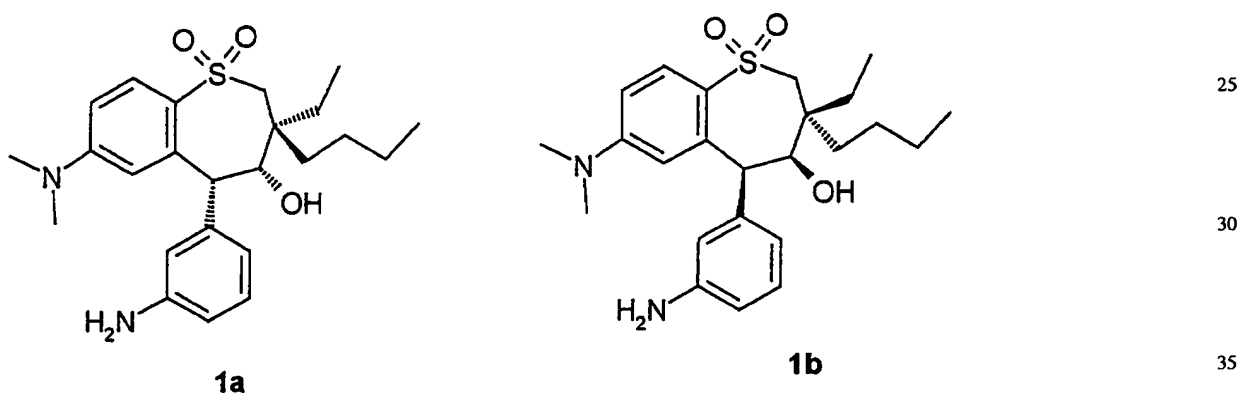
$C_{46}H_{74}N_6O_9S$ (887.20). MS (M + H)⁺ = 887.5

Beispiel 5

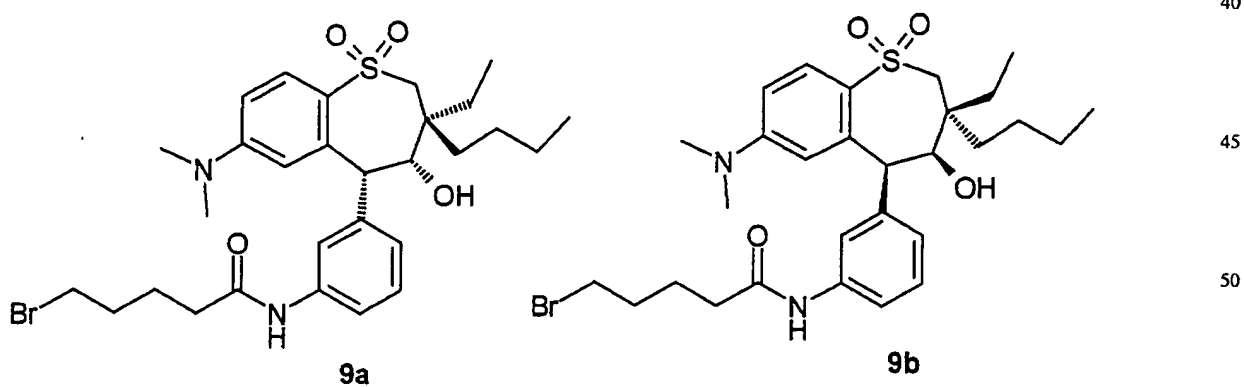


$C_{41}H_{65}N_3O_{10}S$ (792.05). MS $(M + H)^+ = 792.5$.
Vergleichsbeispiele aus PCT/US97/04076:

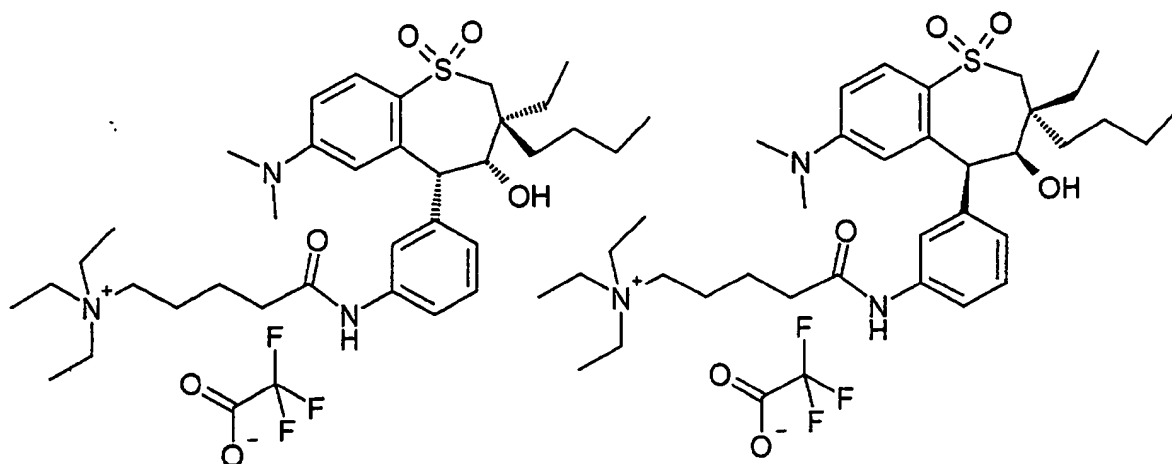
Vergleichsbeispiel 1



Vergleichsbeispiel 2

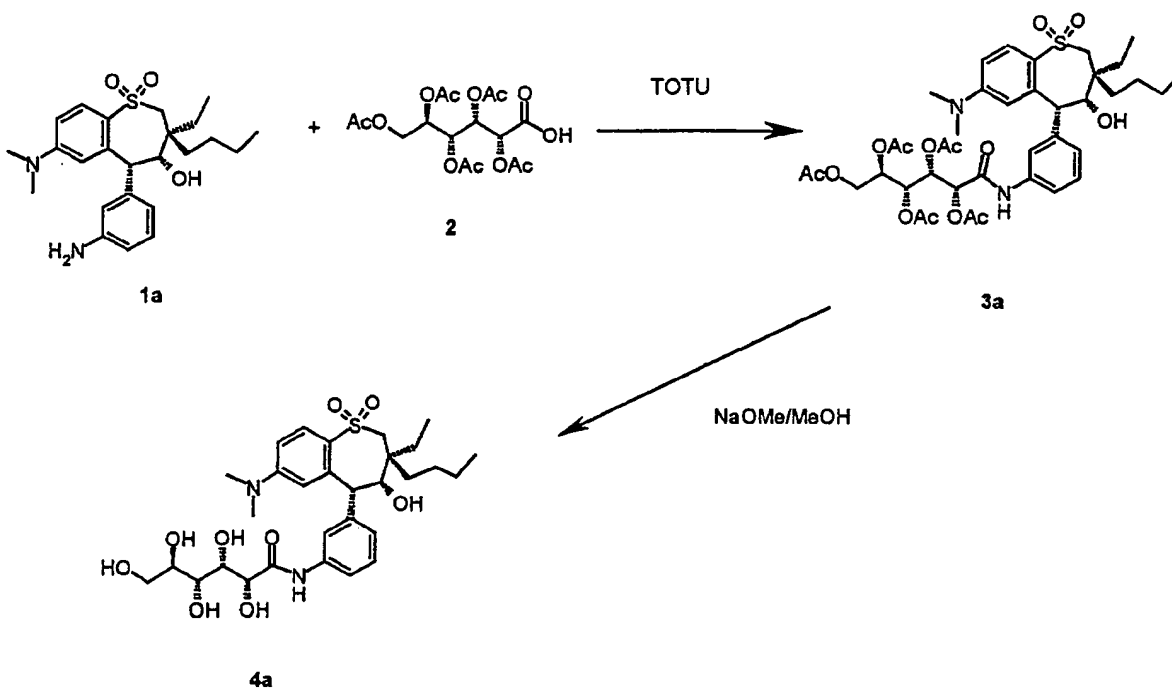


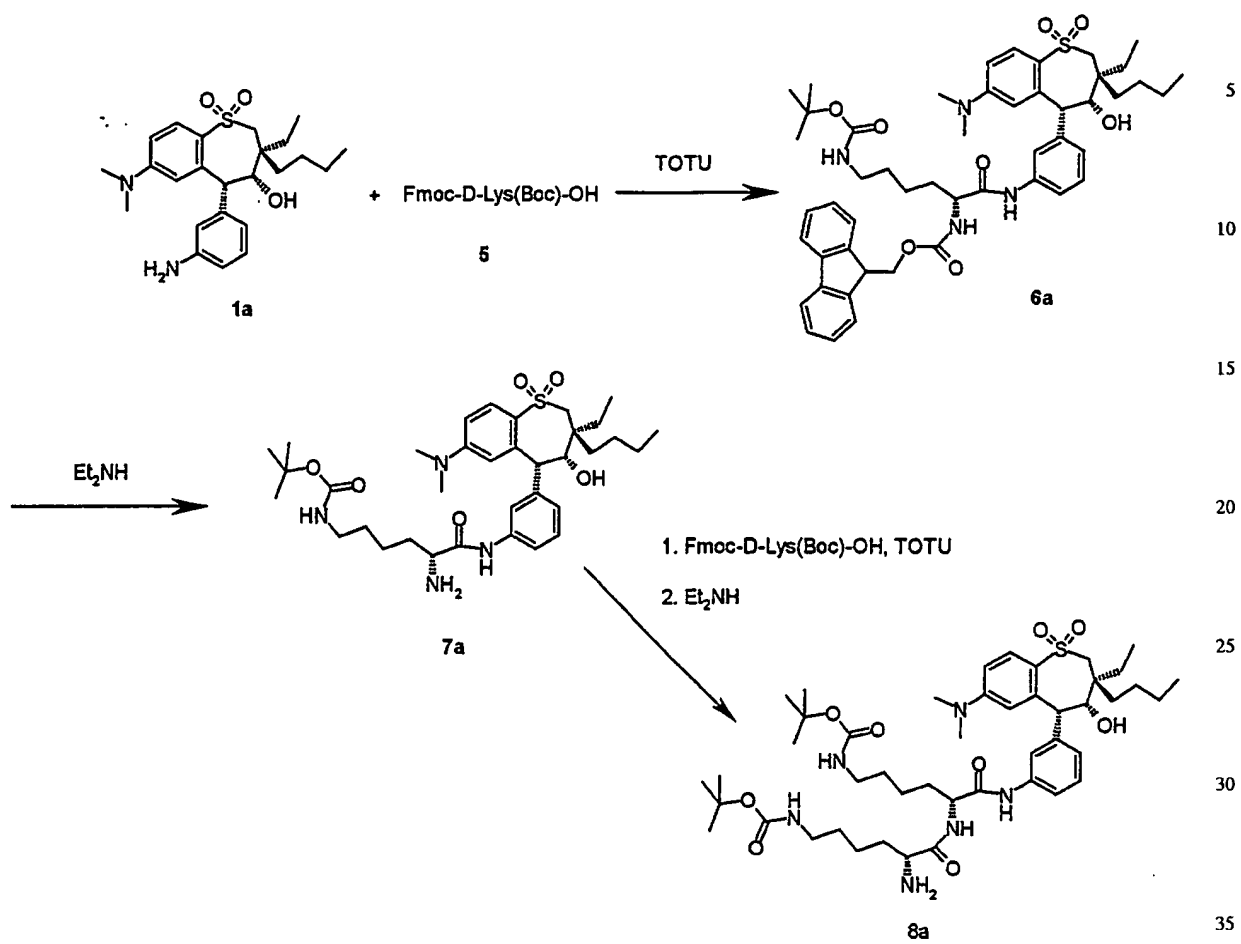
Vergleichsbeispiel 3



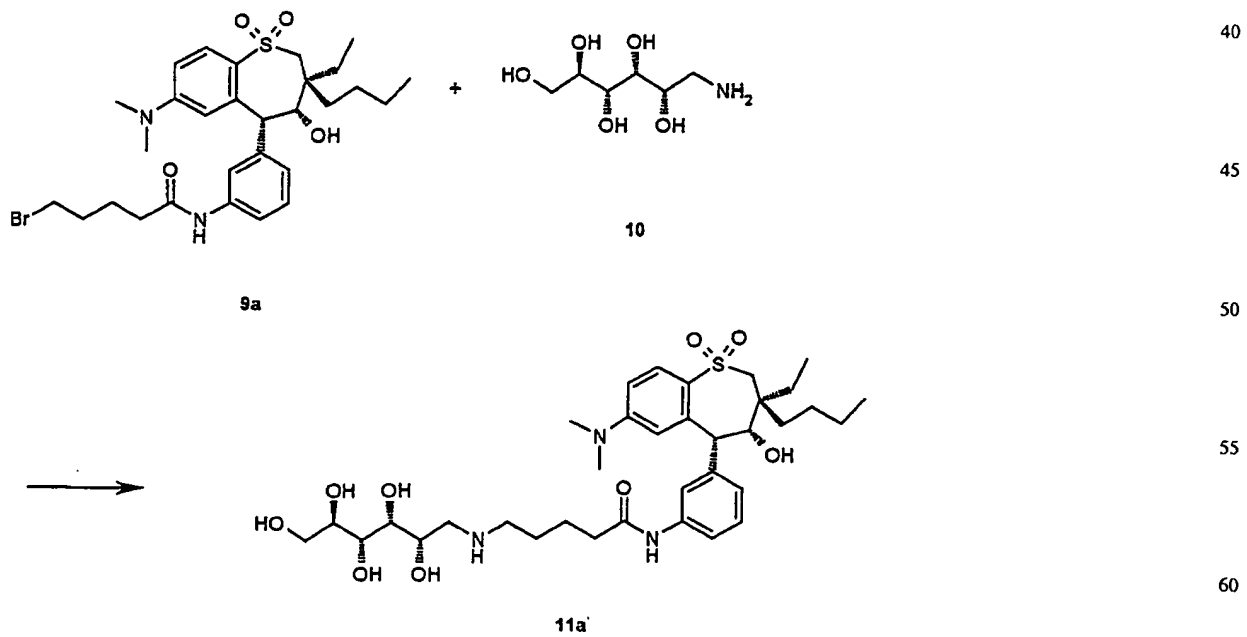
Die Beispiele bzw. Vergleichsbeispiele wurden wie folgt hergestellt (bei den Darstellungen wird nur die Synthese der α -Diastereomeren gezeigt):

Formelschema 1

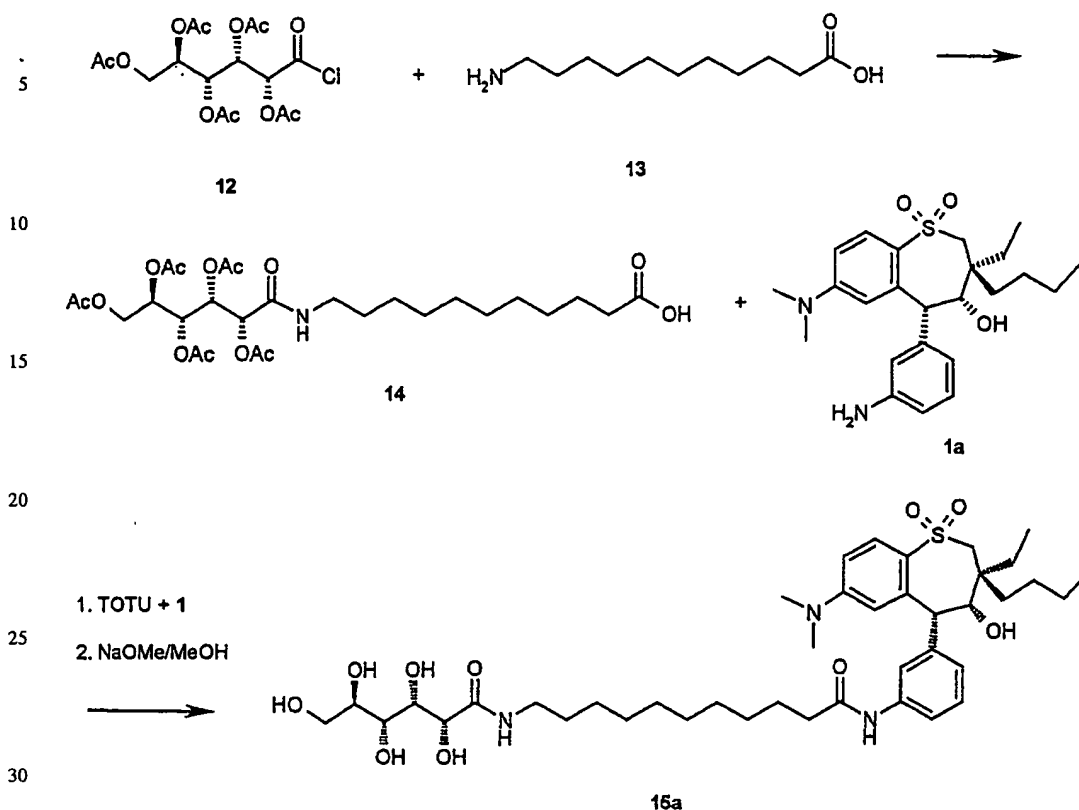




Formelschema 3



Formelschema 4



Synthese von Verbindung 3 als Diastereomerengemisch

300 mg (0.69 mmol) 1a/b (Herstellung analog PCT/US 97/04076) und 700 mg (1.7 mmol) Penta-O-acetyl-D-gluconsäure (Org. Synth. Band 5, 887) werden in 10 ml DMF (Dimethylformamid) gelöst. Nacheinander werden dazu 700 mg (2.1 mmol) TOTU (Fluka), 250 mg (1.7 mmol) Oxim (Hydroxyimino-cyanessigsäure-ethylester; Fluka) und 0.7 ml (5.5 mmol) NEM (4-Ethyl-morpholin) zugegeben. Nach einer Stunde bei Raumtemperatur wird mit 100 ml Ethylacetat verdünnt und dreimal mit Wasser gewaschen. Die organische Phase wird über MgSO_4 getrocknet, filtriert und eingeeengt. Der Rückstand wird mittels Flashchromatographie (Ethylacetat/n-Heptan 2 : 1) gereinigt und man erhält 502 mg (88%) 3a/b als amorpher Feststoff. DC (Ethylacetat/n-Heptan 2 : 1) $R_f = 0.3$. Das Produkt 3a/b hat die gleiche Retention wie das Edukt 1a/b, färbt allerdings mit 2 M Schwefelsäure unterschiedlich. $\text{C}_{40}\text{H}_{54}\text{N}_2\text{O}_{14}\text{S}$ (818.40), MS (M + H)⁺ = 819.3.

Synthese von Verbindung 4 als Diastereomerengemisch

455 mg (0.55 mmol) 3a/b werden in 20 ml Methanol gelöst. Nach Zugabe von 0.3 ml einer methanolischen 1 M Natriummethanolat-Lösung läßt man eine Stunde bei Raumtemperatur stehen. Dann wird mit methanolischer HCl-Lösung neutralisiert und eingeeengt. Der Rückstand wird mit Flashchromatographie (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/5/1) gereinigt und man erhält 280 mg (83%) 4a/b als amorpher Feststoff. DC (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/5/1). $R_f = 0.2$. $\text{C}_{30}\text{H}_{44}\text{N}_2\text{O}_9\text{S}$ (608.76). MS (M + H)⁺ = 609.3.

Synthese von Verbindung 6 als Diastereomerengemisch

150 mg (0.35 mmol) 1a/b und 245 mg (0.52 mmol) Fmoc-D-Lys(Boc)-OH 5 (Fluka) in 6 ml DMF werden mit 169 mg TOTU, 74 mg Oxim und 0.5 ml NEM analog der Synthese von Verbindung 3 umgesetzt. Ausbeute 290 mg (94%) 6a/b als amorpher Feststoff. DC (Ethylacetat/n-Heptan 2 : 1). $R_f = 0.6$. $\text{C}_{50}\text{H}_{64}\text{N}_4\text{O}_8\text{S}$ (881.15), MS (M + H)⁺ = 881.5.

Synthese von Verbindung 7 als Diastereomerengemisch

285 mg (0.32 mmol) 6a/b werden in 5 ml DMF gelöst. Nach Zugabe von 0.6 ml Diethylamin läßt man 30 Minuten stehen. Die Aufarbeitung erfolgt analog der Synthese von Verbindung 3. Ausbeute 173 mg (81%) 7a/b als amorpher Feststoff. DC (Methylenchlorid/Methanol 15 : 1). $R_f = 0.2$, Edukt 6a/b $R_f = 0.4$. $\text{C}_{35}\text{H}_{54}\text{N}_4\text{O}_6\text{S}$ (658.91). MS (M + H)⁺ = 659.4.

Synthese von Verbindung 8 als Diastereomerenmischung

168 mg (0.25 mmol) 7a/b werden analog der Synthese von Verbindung 6 und 7 umgesetzt und man erhält 169 mg (75% über zwei Stufen) 8a/b als amorpher Feststoff. DC (Methylenchlorid/Methanol 9 : 1). $R_f = 0.3$. $C_{46}H_{74}N_6O_9S$ (887.20). MS (M + H)⁺ = 887.5.

Synthese von Verbindung 11 als Diastereomerenmischung

77 mg (0.013 mmol) 9a/b (Herstellung analog PCT/ US 97104076) werden in 4 ml DMF gelöst. Nach Zugabe von 150 mg (0.082 mmol) 10 (Glucamin, Fluka) wird zwei Stunden auf 80°C erwärmt. Danach wird mit 50 ml Ethylacetat verdünnt und dreimal mit Wasser gewaschen. Die organische Phase wird über $MgSO_4$ getrocknet, filtriert und eingengt. Der Rückstand wird mittels Flashchromatografie (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/5/1) gereinigt und man erhält 55 mg (61%) 11a/b als amorpher Feststoff. DC (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/5/1). $R_f = 0.3$. $C_{35}H_{55}NO_5S$ (693.91). MS (M + H)⁺ = 694.4.

Synthese von Verbindung 14

8.0 g (18.8 mmol) 12 (Penta-O-acetyl-D-gluconsäurechlorid; Org. Synth. Band 5, 887) werden zu einer Suspension von 8.0 g (40 mmol) 13 (Fluka) in 150 ml wasserfreiem DMF zugegeben. Diese Suspension wird 20 Stunden bei Raumtemperatur kräftig gerührt. Anschließend werden 500 ml Ethylacetat und 200 ml Wasser zugegeben. Die wässrige Phase wird nochmals mit 250 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigte organische Phase wird dreimal mit Natriumchloridlösung gewaschen, über $MgSO_4$ getrocknet, filtriert und eingengt. Ausbeute 9.5 g (86%) 14 als farbloses Öl. DC (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/10/3). $R_f = 0.8$. $C_{27}H_{43}NO_{13}$ (589.64). MS (M + H)⁺ = 590.4.

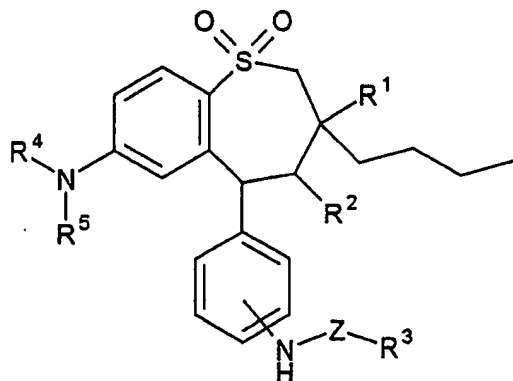
Synthese von Verbindung 15 als Diastereomerenmischung

200 mg (0.34 mmol) 14, 78 mg (0.18 mmol) 1a/b, 240 mg TOTU, 80 mg Oxim und 0.3 ml NEM werden in 4 ml DMF analog der Vorschrift für Verbindung 4 umgesetzt.

Nach Flashchromatographie (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/5/1) erhält man 47 mg (33%, über zwei Stufen) 15a/b als amorpher Feststoff. DC (Methylenchlorid/Methanol/konz. Ammoniak 30/5/1). $R_f = 0.2$. $C_{41}H_{65}N_3O_{10}S$ (792.05) MS (M + H)⁺ = 792.5.

Patentansprüche

1. 1,4-Benzothiazepin-1,1-dioxidderivate der Formel I,



worin bedeuten

R^1 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

R^2 H, OH, NH_2 , $NH-(C_1-C_6)$ -Alkyl;

R^3 Zuckerrest, Dizuckerrest, Trizuckerrest, Tetrazuckerrest, wobei der Zuckerrest, Dizuckerrest, Trizuckerrest oder Tetrazuckerrest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Zucker-Schutzgruppe;

Aminosäurerest, Diaminosäurerest, Triaminosäurerest, Tetraaminosäurerest, wobei der Aminosäurerest, Diaminosäurerest, Triaminosäurerest oder Tetraaminosäurerest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Aminosäure-Schutzgruppe;

R^4 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

R^5 Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

Z $-(C=O)_n-C_0-C_{16}$ -Alkyl-, $-(C=O)_n-C_0-C_{16}$ -Alkyl- NH -, $-(C=O)_n-C_0-C_{16}$ -Alkyl-O-, $-(C=O)_n-C_1-C_{16}$ -Alkyl- $(C=O)_m$, eine kovalente Bindung;

n 0 oder 1;

m 0 oder 1;

sowie deren pharmazeutisch verträglichen Salze und physiologisch funktionelle Derivate.

2. Verbindungen der Formel I, gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass einer oder mehrere der Reste die folgende Bedeutung hat bzw. haben:

R¹ Ethyl, Propyl, Butyl;

R² H, OH, NH₂, NH-(C₁-C₆)-Alkyl;

R³ Zuckerrest, Dizuckerrest, wobei der Zuckerrest oder Dizuckerrest, gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Zucker-Schutzgruppe;

Aminosäurerest, Diaminosäurerest, wobei der Aminosäurerest oder Diaminosäurerest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Aminosäure-Schutzgruppe;

R⁴ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

R⁵ Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl;

Z -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-, -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-NH-, -(C=O)_n-C₀-C₁₆-Alkyl-O-, -(C=O)_n-C₁-C₁₆-Alkyl-(C=O)_m,

eine kovalente Bindung;

n 0 oder 1;

m 0 oder 1;

sowie deren pharmazeutisch verträglichen Salze.

3. Verbindungen der Formel I, gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß einer oder mehrere der Reste die folgende Bedeutung hat bzw. haben:

R¹ Ethyl;

R² OH;

R³ Zuckerrest, wobei der Zuckerrest gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Zucker-Schutzgruppe;

Diaminosäurerest wobei der Diaminosäurerest, gegebenenfalls ein oder mehrfach substituiert ist durch eine Aminosäure-Schutzgruppe;

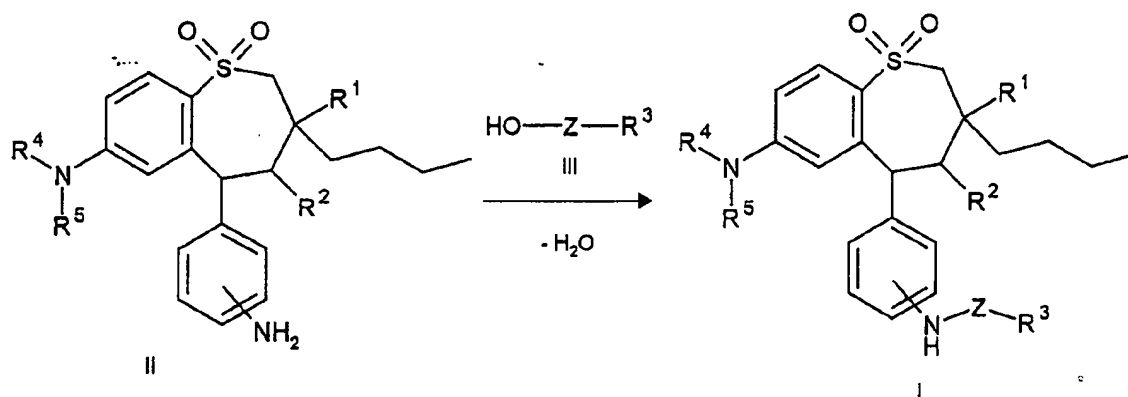
R⁴ Methyl;

R⁵ Methyl;

Z -(C=O)-C₀-C₄-Alkyl, eine kovalente Bindung;

sowie deren pharmazeutisch verträglichen Salze.

4. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen der Formel I, gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man nach folgendem Formelschema



ein Amin der Formel II, in der R¹, R², R⁴ und R⁵ die zu Formel I angegebenen Bedeutungen haben, mit einer Verbindung der Formel III, in der R³ und Z die zu Formel I angegebenen Bedeutungen haben, unter Wasserabspaltung zu einer Verbindung der Formel I umsetzt und die erhaltene Verbindung der Formel I gegebenenfalls in ein physiologisch verträgliches Salz oder ein physiologisch funktionelles Derivat überführt.

5. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3.

6. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 und ein oder mehrere Statine.

7. Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 zur Anwendung als Medikament zur Behandlung von Lipidstoffwechselstörungen.

8. Verfahren zur Herstellung eines Arzneimittels enthaltend eine oder mehrere der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff mit einem pharmazeutisch geeigneten Träger vermischt wird und diese Mischung in eine für die Verabreichung geeignete Form gebracht wird.

9. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung eines Medikaments zur Behandlung von Hyperlipidämie.

10. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung eines Medikaments zur Beeinflussung des Serumcholesterinspiegels.

11. Verwendung der Verbindungen gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung eines Medikaments zur Prävention arteriosklerotischer Erscheinungen.